SUR

QUELQUES PROGRÈS RÉCENTS

ACCOMPLIS AVEC L'AIDE DE LA PHOTOGRAPHIE

DANS L'ÉTUDE DU CIEL.

27642. — PARIS, IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
55, quai des Grands-Augustins.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR DE LA PHOTOGRAPHIE.
(CONFÉRENCES DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS.)

SUR QUELQUES PROGRÈS RÉCENTS ACCOMPLIS AVEC L'AIDE DE LA PHOTOGRAPHIE DANS L'ÉTUDE DU CIEL,

PAR

Pierre PUISEUX,
Docteur ès Sciences,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
55, Quai des Grands-Augustins.

—

1899

SUR

QUELQUES PROGRÈS RÉCENTS

ACCOMPLIS AVEC L'AIDE DE LA PHOTOGRAPHIE

DANS L'ÉTUDE DU CIEL

CONFÉRENCE

FAITE AU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS,
LE DIMANCHE 12 MARS 1899,

Par M. Pierre PUISEUX,
Docteur ès Sciences,
Astronome adjoint à l'Observatoire de Paris.

Les services éclatants que l'art photographique a rendus dans ces derniers temps à l'Astronomie n'étaient que l'accomplissement d'espérances depuis longtemps conçues et formulées. Soixante ans ont passé depuis la séance académique où fut annoncé le succès des tentatives de Niepce et de Daguerre pour fixer les images de la chambre noire. Dès ce moment, Arago, saisi d'une sorte d'enthousiasme prophétique, voyait la pensée humaine armée, pour sonder l'inconnu dans toutes les directions, d'une force nouvelle et incalculable. Le Secrétaire perpétuel de l'Académie était dans le vrai; nous ne pouvons en douter aujourd'hui. Mais, une fois de plus, on a pu mesurer l'intervalle qui sépare la naissance d'une idée, même juste et acceptée de tous, de sa réalisation totale. La technique du nouveau procédé n'était pas mûre, et les anciennes méthodes devaient garder longtemps encore une supériorité apparente. La Photographie astronomique n'a pris son plein

essor qu'à partir de 1882, époque où Maddox a fait connaître la substitution de la gélatine au collodion comme support des couches sensibles. Avant et depuis de nombreux perfectionnements ont pris place, accomplis dans le silence du laboratoire par des chercheurs obscurs qui préparaient sans le savoir les conquêtes rapides dont nous sommes témoins. Leur histoire serait à coup sûr à sa place dans ce temple du travail manuel qu'est le Conservatoire des Arts et Métiers. Mais le temps dont nous disposons ne permettrait pas de la retracer. Il convient seulement que nous adressions un témoignage de gratitude collectif à ces précurseurs qui ont mis dans la main des astronomes l'instrument des découvertes.

On a très justement comparé la combinaison de l'objectif et de la chambre noire à un œil, bien éloigné sans doute de la souplesse et des ressources d'adaptation de l'organisme vivant, précieux cependant par la faculté qu'il possède d'accumuler avec le temps les faibles impressions lumineuses. Il n'y a pas d'objet si pâle qui ne puisse à la longue arriver à faire son image, s'il émet des radiations quelque peu différentes du fond sur lequel il se projette.

Veut-on tirer de cette propriété tout le parti possible, il faut modifier en conséquence l'ancien outillage astronomique. L'objectif, organe capital de la formation des images, doit être travaillé de manière à faire converger dans un même plan non plus les rayons qui impressionnent le plus vivement la rétine, mais ceux qui possèdent sur les couches sensibles l'action chimique la plus efficace. On recueille dans ce changement de front un double bénéfice : accroissement de netteté, diminution du temps de pose.

L'astronome américain Rutherfurd avait indiqué, dès 1864, ce qu'il y avait à faire dans cette voie. Mais les habitudes invétérées ne se changent pas en un jour. Pendant longtemps on a continué à se servir pour la Photographie d'objectifs construits en vue de l'observation optique. Ils peuvent être rendus un peu plus aptes à leur nouveau service par divers expédients : soit par un léger écart établi entre les deux verres, soit par l'adjonction d'une troisième lentille qui sert de correctif. Mais on obtient des résultats bien supérieurs,

pour une ouverture donnée, quand on renonce franchement à l'achromatisme optique et quand on détermine la courbure des verres en vue de la Photographie seule. Aucun doute n'a plus été élevé sur ce point depuis que MM. Paul et Prosper Henry ont produit, en 1885, l'instrument adopté comme type pour la Carte internationale du Ciel.

Les plans où se produit la plus grande netteté apparente d'une part, la plus grande netteté photographique de l'autre, se trouvent séparés par un intervalle qui peut être considérable dans les instruments à long foyer. On ne saurait donc plus se contenter de la mise au point pratiquée dans la Photographie ordinaire, c'est-à-dire substituer la plaque sensible à un verre dépoli, mis à la place où l'image d'un point lumineux se réduit au plus petit diamètre possible. Le développement chimique est ici nécessaire pour trouver le foyer véritable. On y parvient en laissant l'instrument immobile et faisant courir sur la plaque l'image d'une étoile brillante. L'opération est recommencée après que l'on a fait subir à la plaque deux mouvements légers, l'un dans son propre plan, l'autre parallèle à l'axe de la lunette et mesuré par une échelle divisée. On obtient ainsi toute une série de traînées. La plus nette, la plus concentrée, indique le foyer chimique et l'on installera définitivement le châssis photographique à la lecture correspondante de l'échelle. Voici une plaque qui a enregistré une série de traînées semblables, données par une même étoile. Leur gradation de largeur est manifeste. Si l'on veut plus de précision, on renouvellera l'épreuve en faisant mouvoir le châssis dans un intervalle moindre, par degrés plus rapprochés, et l'on s'armera au besoin, pour faire le choix définitif, d'une loupe ou d'un microscope.

Les objectifs ainsi travaillés donnent des images peu satisfaisantes à la vue et colorées sur leurs bords. Ils se prêtent médiocrement à l'examen direct des objets, moins encore aux mesures de précision ou au guidage exact de la lunette sur le mouvement diurne.

Nous touchons ici à un autre point délicat. L'astronome est en présence de sujets toujours en mouvement, et l'insuffisance de lumière lui interdit les poses très courtes. Il est

simple en théorie de donner à tout l'instrument un mouvement de rotation, s'accomplissant uniformément en vingt-quatre heures autour d'une parallèle à l'axe du monde. En fait, on n'a jamais pu réaliser cette uniformité avec la précision nécessaire. Dès que la pose dépasse quelques secondes, l'observateur doit intervenir et faire preuve à tout instant de vigilance et de dextérité.

Ce n'est pas tout d'avoir pour se guider une image d'étoile, que l'on maintient sous une croisée de fils. Il faut que cette image soit nette, et elle ne le sera pas si elle est donnée par l'objectif photographique. Emploie-t-on une lunette auxiliaire, il faut assurer une liaison invariable entre les deux objectifs, le micromètre et le châssis. Jamais cette liaison ne sera assurée si l'on prend pour lunette-guide le petit chercheur qui accompagne d'habitude les grands instruments.

La difficulté a été résolue d'une manière complète par MM. Henry dans leur instrument de la Carte du Ciel. La lunette-guide a ici la même longueur que l'appareil photographique et une puissance à peu près égale; ou plutôt il n'y a plus qu'une lunette. Les deux objectifs sont montés côte à côte sur un même tube très solide, divisé dans sa longueur par une mince cloison.

Cette solution est parfaitement efficace, mais coûteuse. On peut même dire qu'elle est en général inapplicable aux instruments déjà construits sur un autre plan, et qu'on a le désir bien naturel d'utiliser. Voici une autre méthode, qui donne d'excellents résultats quand la pose ne doit pas dépasser quelques secondes et quand l'objet à photographier n'est pas trop voisin du pôle. Le mouvement d'horlogerie n'est plus employé à imprimer à toute la lunette un mouvement de rotation, mais à donner au châssis seul un glissement rectiligne et uniforme. Il est indispensable d'en régler dans chaque cas la direction et la vitesse, ce qui demande, bien entendu, quelques calculs et quelques tâtonnements préalables. Ce procédé est employé avec succès depuis 1896 au grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris pour la Photographie de la Lune. Vous vous en rendrez compte sur les deux épreuves ci-jointes, qui représentent l'une l'instrument dans son ensemble, l'autre la

coulisse rectiligne dans laquelle on fait glisser le châssis.

L'instrument ainsi modifié n'est plus applicable qu'à une catégorie restreinte de travaux. Il ne convient donc pas à l'astronome amateur, qui hésitera devant la dépense d'un second objectif et veut pouvoir passer facilement d'un objet à l'autre. Le plus souvent il ne tient pas à faire des mesures de précision. Son ambition est d'apercevoir les objets faibles et d'en reproduire l'image sans recourir à des poses trop longues. On doit lui conseiller de donner la préférence au télescope à miroir. Cet instrument réalise l'achromatisme parfait, puisque la réfraction n'y intervient pas. Il évite l'absorption dans la traversée du verre ; il s'accommode, à ouverture égale, d'un foyer bien plus court que le réfracteur, sans qu'il en résulte d'autre inconvénient qu'une déformation des images d'étoiles en dehors du centre. Ce raccourcissement du foyer n'a pas pour seul résultat de rendre l'instrument plus maniable. Il amène pour les objets étendus, tels que les nébuleuses et les planètes, une réduction proportionnelle dans le diamètre de l'image, mais cette diminution est plus que rachetée par l'augmentation de l'éclat, qui permet d'abréger les poses. Reste toujours la difficulté de faire suivre à la plaque le mouvement diurne. Le mieux paraît être de renoncer à l'emploi du chercheur et d'emprunter au miroir lui-même une image d'étoile. On peut, comme l'ont fait à Toulouse MM. Baillaud et Bourget, installer un microscope derrière le châssis, ouvrir dans celui-ci une fenêtre, gratter sur un point la couche de gélatine, de manière à rendre l'étoile visible par transparence. M. Rabourdin, à l'Observatoire de Meudon, emploie une petite lunette coudée, montée à l'orifice du télescope sur une couronne mobile qui facilite la recherche de l'astre. De toute façon le guidage sera moins parfait que par la méthode de MM. Henry. Cela n'a pas grande importance, si l'on vise à reproduire un objet diffus et sans détails nets.

Les remarques qui précèdent conduisent à penser qu'un télescope de grande ouverture et de foyer relativement court sera l'instrument le mieux adapté pour la photographie des nébuleuses. Vous avez tous entendu parler de ces pâles

lueurs visibles seulement dans les nuits claires et sans lune, et que l'autorité d'Herschel et de Laplace nous apprend à regarder avec le respect dû à des ancêtres lointains. Pour William Herschel, qui a découvert à lui seul la plus grande partie des nébuleuses du ciel boréal, ce sont des amas d'étoiles séparés de nous par une prodigieuse distance, et pour ce motif, irrésolubles dans nos instruments. L'éloignement fond toutes les composantes dans une blancheur uniforme. Mais rien ne dit qu'en réalité elles ne soient pas séparées par des intervalles égaux ou supérieurs à ceux des étoiles que nous voyons briller isolément. Chaque nébuleuse pourrait bien être un système stellaire, plus ou moins semblable à celui dont nous faisons nous-mêmes partie, et qui comprend, avec le Soleil et les planètes, toutes les étoiles capables d'être distinguées à part.

Le point de vue de Laplace est différent. Il voit dans les nébuleuses de la vapeur disséminée, tout au plus une poussière impalpable; elles sont l'étoffe d'où sortiront les étoiles et les planètes de l'avenir; leur destinée est de se condenser de plus en plus autour d'un centre, de prendre un mouvement de rotation accéléré, d'abandonner sur les points les plus éloignés de l'axe des bandes annulaires, destinées elles-mêmes à se fractionner en satellites.

Dans ce débat célèbre, tout le monde avait tort et tout le monde avait raison. C'est ce qui arrive d'habitude quand la théorie veut devancer l'observation de trop loin. Il existe entre les corps d'aspect mal défini qui peuplent la voûte céleste, de grandes différences au point de vue de la constitution physique, et chacun d'eux devrait faire l'objet d'une discussion séparée. On a cru quelque temps que le spectroscope allait nous permettre de partager les nébuleuses en deux familles naturelles bien distinctes. Un gaz porté à l'incandescence donne en effet un spectre composé de lignes brillantes. Les corps solides ou liquides émettent des spectres continus. Malheureusement, presque toutes les nébuleuses sont extrêmement faibles et l'absence de spectre continu, pour beaucoup d'entre elles, ne démontre pas autre chose que l'insuffisance de nos moyens d'observation.

Cette faiblesse des nébuleuses est pour l'étude directe un grand obstacle. Les possesseurs de grands instruments, favorisés d'un beau ciel, pouvaient seuls entreprendre la description de ces objets. Le public admirait leurs dessins sur parole, non sans remarquer entre eux de singulières divergences. La Photographie a modifié de fond en comble cet état de choses en rendant visibles pour tout le monde des particularités importantes et que les plus puissantes lunettes n'étaient pas capables de montrer.

Cette vertu de la Photographie tient à la prolongation des poses; elle n'a pas multiplié autant qu'on pourrait le croire le nombre des nébuleuses; en élargissant leurs limites au delà de toute vraisemblance, elle tend plutôt à relier entre elles celles que l'on connaissait déjà. On en est à se demander si la plus grande partie de la voûte céleste n'est pas tapissée à des degrés différents par une nébulosité capable de se révéler sur les plaques sensibles.

Je mets sous vos yeux la partie centrale de la grande nébuleuse d'Orion, d'après un dessin de Bond, exécuté en 1859. Au jugement de M. Holden, qui a discuté tous les documents antérieurs, jamais un objet céleste n'a fait l'objet d'un travail plus consciencieux et plus parfait. Vous remarquez à première vue l'agglomération centrale, le golfe profond qui l'entame, le trapèze bien connu, les bras qui s'en détachent. La nébuleuse M. 33, qui figure sur la même plaque, se concentre manifestement autour d'une étoile, et paraît être en relation physique avec elle.

Voici la même nébuleuse, photographiée par Draper en 1882. La pose (une heure trente minutes) est déjà excessive pour les étoiles un peu brillantes qui apparaissent avec des disques élargis. Le trapèze se trouve englobé dans une partie déjà assez dense de la nébuleuse au lieu de se détacher sur un fond noir. Tous les autres traits importants du dessin se retrouvent. Mais vous voyez déjà combien auraient été fragiles les conclusions que l'on aurait cru pouvoir fonder sur la netteté des limites et la division en compartiments.

Avec des poses plus longues, on voit la nébuleuse d'Orion émettre en divers sens des filaments longs et ténus dirigés

sur les plus brillantes étoiles de la région; mais ces filaments tendent tous à s'infléchir dans le même sens et à revenir au point de départ. Dans l'ensemble, la nébuleuse a la forme d'une bague dont le chaton prédominerait énormément sur la partie circulaire, ou plutôt elle comprend un certain nombre d'anneaux situés dans des plans différents et assujettis à passer par un même point.

La partie centrale de la nébuleuse a un aspect chaotique. L'examen des clichés a permis au D[r] Scheiner d'y définir plus de 150 points dont la position peut être assignée avec une erreur probable d'une seconde d'arc. Ce travail, très précieux au point de vue de la constatation possible des changements futurs, n'aurait pas été réalisable par les méthodes anciennes.

Passons maintenant au groupe des Pléiades, obtenu en 1888 par M. Roberts. Nous y trouvons mise en évidence une autre qualité de la plaque sensible. Elle ne se laisse pas éblouir comme la rétine par la présence d'une étoile brillante. Jusque dans le voisinage immédiat de celle-ci elle peut enregistrer de faibles lueurs. Il est difficile, par le plus beau ciel, d'apercevoir une trace de nébulosité autour de Mérope. Nous en voyons ici de fort abondantes, non seulement autour de Mérope, mais aussi autour de ses voisines Électre, Cœleno, Maia. Des filaments très délicats se montrent alignés sur les étoiles. Des poses plus longues font disparaître ces filaments dans des nuages plus vastes, que l'on peut supposer illuminés par la lumière diffusée des astres qu'ils enveloppent.

Il y a une quarantaine d'années, lord Rosse avait excité une vive curiosité en annonçant que son télescope géant montrait des nébuleuses construites en spirale; nous en connaissons aujourd'hui d'assez nombreux exemplaires; mais on était resté longtemps sans se douter que la nébuleuse d'Andromède, la plus brillante de tout le ciel boréal, rentrait dans cette catégorie. En voici une image photographique, due, comme la précédente, à M. Roberts. La pose n'est pas calculée pour donner à la nébuleuse la plus grande étendue possible, mais pour faire apparaître des canaux sombres, des lacunes longitudinales excessivement difficiles à reconnaître dans les plus fortes lunettes. Le cliché original les montre avec une évi-

dence absolue. Ils sont ici, je crois, assez nettement reproduits pour être aperçus à distance. Nous avons bien affaire à une nébuleuse en spirale, dont le plan est vu sous un angle de 25° environ. On constate de nombreux points de renforcement ou de condensation le long des spires, mais ces agglomérations ne se forment pas en général autour des étoiles visibles. L'aspect de celles-ci permettrait, d'après M. Roberts, de dire quelle est leur situation par rapport à la nébuleuse. Placées devant, elles apparaissent nettes; vues au travers, elles semblent troubles; englobées dans la nébuleuse, elles la condensent autour d'elles.

Je dois à l'obligeance de M. Rabourdin de pouvoir vous montrer d'autres types curieux, photographiés par lui à Meudon avec un télescope de 3^{m} seulement de longueur pour 1^{m} d'ouverture.

La nébuleuse du Lion, beaucoup plus petite et plus compacte que celle d'Andromède, est aussi conformée en spirale, avec condensation centrale très forte, spires multiples et resserrées.

La nébuleuse de l'Écu, que la Photographie fait apparaître beaucoup plus étendue qu'on ne l'avait supposé, et qui devient, comme celle d'Orion, une nébuleuse annulaire perforée, avec un golfe très sombre et très net près de la partie la plus lumineuse. Vous remarquerez le nombre prodigieux des étoiles apparues sur cette plaque en deux heures de pose et la déformation symétrique de leurs images vers les bords du champ. Nous voyons ici à quel genre de recherches se prête particulièrement le télescope, et celui dont il convient de l'exclure.

La nébuleuse du Petit Renard (Dumb Bell), bien remarquable par la netteté de ses limites et sa forme étrange. Avec une pose d'une heure douze minutes, les parties concaves cessent d'apparaître comme de véritables limites et l'ensemble reprend un contour général elliptique, avec affaiblissement brusque de lumière vers les extrémités du grand axe. Ici encore, je suis tenté de croire à l'existence de plusieurs anneaux, dont le diamètre commun serait dirigé vers l'observateur.

Il existe dans ces objets une catégorie tout à fait inacces-

sible à l'observation optique et que les petits instruments avec de longues poses se montrent particulièrement propres à révéler. Ce sont des nuages pâles, sans contraste appréciable pour l'œil, trop étendus pour être montrés dans leur ensemble par une lunette à long foyer. Telle est la grande nébuleuse de 3 degrés de longueur, apparue autour de ζ Persée sur les clichés de M. Barnard. Ailleurs, et notamment dans la constellation du Cygne, les nébulosités affectent l'aspect de filaments ténus, disposés en stries parallèles. Il est difficile de les voir sans penser aux stratifications qui se produisent sur le passage des effluves électriques dans les milieux raréfiés et que manifestent si bien les tubes de Geissler. Mais n'est-il pas prématuré d'aller chercher des explications de cet ordre, alors que tant de mystère règne encore sur la structure souvent régulière et délicate des nuages qui flottent dans notre atmosphère?

A tout prendre, les photographies récentes nous éloignent de plus en plus de la conception d'Herschel. Les nébuleuses ne nous apparaissent plus comme reléguées à de fabuleuses distances par delà les plus faibles étoiles; elles sont au contraire en relation étroite avec des étoiles brillantes; il n'y a donc pas lieu de penser que leur distance échappe à toute mesure, et déjà de sérieuses tentatives ont été faites en vue de déterminer leur parallaxe. Il convient de se demander aussi quel est le sens de l'évolution des nébuleuses, si elles marchent vers une dissémination ou au contraire vers une concentration plus grande, de quelle nature est ce lien physique qui les rattache aux étoiles : sont-elles une émanation des astres brillants ou au contraire des soleils en voie de formation? Problèmes captivants dont il semble que les documents recueillis soient déjà capables de préparer la solution.

Les nébuleuses planétaires forment une transition naturelle entre les nébuleuses proprement dites et les amas d'étoiles. Elles se présentent à l'œil comme de petites taches assez brillantes, rondes et uniformes. La Photographie les complète souvent en leur donnant, comme à la nébuleuse du Petit Renard, un contour elliptique avec affaiblissement de lumière vers les sommets du grand axe. Il en est une, celle du Ver-

seau, qui a montré sur les clichés de M. Rabourdin deux anses diamétralement opposées, rappelant l'anneau de Saturne. Plusieurs fois on a vu apparaître au développement une condensation centrale que l'œil ne soupçonnait pas. Ou bien ce noyau invisible est particulièrement riche en rayons chimiques, ou bien la Photographie aura donné une preuve nouvelle de la faculté qui lui a été reconnue depuis longtemps d'exagérer les contrastes.

Cette faculté se manifeste avec une puissance singulière dans les belles épreuves de la Voie lactée récemment obtenues par M. Barnard. Vous connaissez tous cette bande diffuse qui partage la voûte céleste en deux moitiés. Vous l'avez surtout admirée dans les belles nuits de l'été, quand vous avez pu vous dérober à l'atmosphère enfumée de la capitale. Si l'on tente d'en fixer par le dessin les contours indécis, on ne tarde pas à reconnaître que la tâche est inextricable; cette tâche, un objectif à portraits de médiocre ouverture l'accomplit avec une perfection inattendue, si l'on a la patience de lui faire suivre pendant quelques heures le mouvement du ciel. M. Barnard a même obtenu de très beaux résultats avec une lentille de lanterne magique de 5^{cm} seulement d'ouverture; ces petits instruments donnent aux étoiles un diamètre notable. Dans les régions abondamment constellées, et c'est le cas presque partout dans la Voie lactée, la prolongation de la pose amène les disques à se rejoindre, formant ainsi un tapis continu d'une blancheur éclatante, limité par des espaces absolument noirs.

Tout n'est pas illusion dans ce violent contraste. Herschel, avec son tact d'observateur consommé, savait déjà que les environs immédiats d'une nébuleuse sont pauvres en étoiles. Nous avons constaté tout à l'heure la présence d'espaces noirs à côté des parties les plus brillantes dans les nébuleuses d'Orion et de l'Écu. Le même phénomène apparaît, à ce qu'il me semble, dans une épreuve de M. Schæberle que je mets sous vos yeux. Elle représente le grand nuage de Magellan, l'un des plus beaux ornements du ciel austral. En l'examinant de près, vous serez certainement tentés de croire que les riches amas d'étoiles ont aussi la propriété de faire le vide autour

d'eux. La présence d'une lacune sombre et très allongée, entourant les agglomérations les plus brillantes, semble bien indiquer aussi la structure en spirale.

Voici une autre belle région de la Voie lactée, prise par M. Rabourdin dans la constellation de Cassiopée; il est difficile de la regarder longtemps sans se demander à quoi tiennent ces enfilades d'astres brillants, qui semblent tenir les uns aux autres comme les perles d'un collier, d'où viennent ces canaux étroits et noirs qui s'insinuent entre les groupes d'étoiles. On a cherché à établir par le Calcul des probabilités que ces groupements ne pouvaient être attribués au hasard. On a émis l'opinion que les canaux noirs correspondaient à des filets d'une matière obscure répandue dans l'espace et capable de nous dérober la vue des objets célestes; ces interprétations doivent être accueillies avec quelque réserve, tant qu'elles se fondent uniquement sur l'inspection d'épreuves obtenues avec des instruments à court foyer. Photographiez en effet la même région avec un foyer suffisamment long. Les disques qui représentaient les étoiles se réduisent à des points : les distances qui les séparent sur la plaque augmentent. Vous n'apercevez plus ni colliers de perles ni filaments noirs, ou tout au moins ils ne sollicitent plus l'attention.

L'ensemble des photographies de la Voie lactée n'en a pas moins modifié les idées que l'on s'était faites sur la distribution des étoiles. Si le fond du ciel nous semble éclairé dans certaines directions, ce n'est pas parce que notre regard y traverse sur une plus grande épaisseur le système stellaire dont nous faisons partie, et qui aurait, avec une forme aplatie, une richesse à peu près uniforme. La netteté des limites de la Voie lactée, les lacunes fréquentes et irrégulières qui s'y rencontrent ne sont pas conciliables avec cette manière de voir. Nous avons bien réellement dans la Voie lactée un groupement en forme d'anneau ou de spirale, avec des alternatives de condensation et de vide, comme celles qui se manifestent sur les spires des nébuleuses.

Les instruments à court foyer se montrent moins à leur avantage quand on les applique à des agglomérations d'étoiles très serrées. Voici par exemple trois épreuves de l'amas de

Pégase, prises avec le télescope de Meudon. Les poses sont respectivement de dix minutes, d'une heure, de deux heures. De l'une à l'autre, le nombre des étoiles figurées croît en proportion considérable. Mais il est clair que, bien avant d'avoir atteint la dernière limite, nous sommes entravés par l'embarras des richesses et que la partie centrale de l'amas n'offre plus qu'une masse confuse. On évitera cet inconvénient par un choix mieux approprié de l'instrument. Ainsi l'amas d'Hercule, encore plus serré que celui de Pégase, a donné au D[r] Scheiner, en deux heures de pose, 833 objets distincts qui tous ont pu être mesurés et catalogués. Un tel travail eût certainement lassé la patience du plus habile observateur, armé d'un micromètre.

Si l'on entreprend ces études pénibles, c'est avec la conviction que des étoiles aussi rapprochées et aussi nombreuses doivent exercer les unes sur les autres des actions intenses, et que des variations de distance ou d'éclat se manifesteront un jour ou l'autre. Cette prévision vient d'être brillamment confirmée à l'observatoire de Harvard College, placé sous la direction de M. Pickering. De nombreux clichés de l'amas de ω Centaure, comparés avec soin, ont révélé la présence de 125 variables, proportion relativement énorme. Pour 106 d'entre elles la période des variations d'éclat a pu être déterminée. Les durées obtenues varient de 475 jours à 6 heures.

La méthode employée pour déceler ces changements d'éclat est aussi simple qu'expéditive. On prend, à quelques semaines d'intervalle, deux épreuves de la même région en ayant soin, la seconde fois, de retourner la plaque, c'est-à-dire d'impressionner la couche sensible à travers le verre. Les deux plaques sont exposées pendant le même temps, développées à fond et appliquées ensuite l'une contre l'autre, de telle façon que les deux images négatives d'une même étoile se juxtaposent. L'inspection à la loupe indique alors à première vue les variations d'intensité.

A l'observatoire de Harvard College, ainsi qu'à la succursale d'Arequipa, établie sur un des plateaux les plus élevés des Andes, on use également du procédé rapide d'analyse spectrale qui consiste à placer un prisme devant l'objectif. La

même plaque sensible enregistre alors d'un seul coup un grand nombre de spectres d'étoiles qui sont ensuite examinés. On s'arrête à ceux qui présentent certains caractères particuliers habituels aux étoiles variables. Il s'agit maintenant de remonter dans le passé de ces étoiles. On utilise dans ce but une collection formée avec le concours des deux observatoires et dans laquelle le ciel tout entier vient s'inscrire chaque mois. On n'a pas le temps, bien entendu, d'étudier et de décrire tous ces clichés au fur et à mesure de leur exécution; mais dès qu'un objet nouveau ou remarquable est signalé, on peut immédiatement produire toute une série de documents qui le concernent. Le nombre des étoiles variables ainsi reconnues est considérable. Il a été aussi démontré que les amas d'étoiles sont particulièrement riches en étoiles d'un type spécial, celles dont le spectre ne contient que des lignes brillantes. Ces astres ont été signalés pour la première fois par MM. Wolf et Rayet. On n'en avait encore trouvé que 67 avant l'ouverture de la station d'Arequipa. Elles sont maintenant connues en grand nombre, grâce à l'application systématique de la Photographie. 22 ont été trouvées dans le seul nuage de Magellan, dont je vous montrais la photographie tout à l'heure,

Ce serait ici le lieu de vous parler de l'étude des étoiles isolées, de leur analyse spectrale, de la mesure de leur éclat, de leur parallaxe, de la construction des cartes et des catalogues. Chacun de ces points demanderait, pour être convenablement développé, une conférence entière. Sur tous la Photographie apporte dès à présent à l'observation directe un secours inestimable, si même elle n'est pas appelée à la suppléer entièrement. La Carte générale du Ciel, notamment, s'exécute à l'heure qu'il est avec le concours de dix-huit observatoires des deux hémisphères. Elle est pour tous les astronomes l'objet de légitimes espérances, énoncées déjà, dans diverses occasions solennelles, avec autant d'éloquence que d'autorité. J'arriverais un peu tard pour vous faire connaître le plan de l'entreprise, un peu tôt pour vous en exposer les résultats. Je dois donc, bien à regret, me contenter d'une indication et vous prier de délaisser ces régions lointaines pour rentrer avec moi dans les limites du système solaire.

Ici l'astre du jour exerce une telle prépondérance qu'il nous sera bien difficile de ne pas commencer par lui. En le faisant, du reste, nous ne changeons de sujet qu'en apparence. Il est en effet démontré que, par sa masse comme par la composition de sa lumière, le Soleil ne se distingue en rien de la moyenne des membres d'une famille nombreuse, celle des étoiles jaunes. Nous lui devons toutefois une attention spéciale à bien des titres. Non seulement il est pour nous l'unique dispensateur de la chaleur et de la vie, mais en raison de sa proximité relative, il est susceptible d'être beaucoup mieux connu que les étoiles.

Cette étude présente d'ailleurs un double attrait. Le Soleil a une histoire mouvementée; il est le théâtre d'une activité perpétuelle et dévorante. Toutes les agitations qui s'y produisent ont sur l'état météorologique et magnétique de la Terre une répercussion certaine, bien que, dans la plupart des cas, le mécanisme nous en échappe. La Photographie nous met à même de suivre cette histoire jour par jour et d'en enregistrer les moindres fluctuations.

Voici une image du Soleil prise à l'observatoire Lick le 30 août 1893; vous y voyez un groupe important de quatre taches, avec une partie centrale qui semble noire par un effet de contraste, une pénombre ou demi-teinte qui l'enveloppe. Près des bords du Soleil, la pénombre paraît elle-même entourée d'une zone éclatante animée de mouvements très vifs. Les langues de feu qui s'en détachent s'avancent parfois sur la pénombre et sur les taches avec une vitesse qui atteint des centaines de kilomètres par seconde; cette zone est celle des *facules*.

La seconde épreuve est prise quatre jours plus tard. Les mêmes taches sont reconnaissables. Elles se sont avancées sur le disque, mais de quantités un peu inégales. Dans l'intervalle elles ont subi des changements notables. La plus boréale, notamment, s'est allongée et fragmentée. Cette seconde épreuve montre une partie du bord du Soleil. L'affaiblissement de la lumière y est notable. Le bord est cependant assez net pour que l'on puisse lui rapporter les taches par des mesures précises.

Depuis plusieurs années, des photographies de ce genre sont prises quotidiennement dans trois observatoires associés : à Greenwich, à l'île Maurice, à Dehra Dûn dans l'Inde. Il est infiniment rare que le Ciel soit couvert à la fois dans les trois stations et que par suite le Soleil se dérobe à l'objectif. Chaque jour on mesure l'étendue des taches, leur marche, leur distribution. L'histoire de l'activité solaire se trouve ainsi reconstituée avec exactitude. On a reconnu de la sorte l'existence de plusieurs fluctuations secondaires, superposées à la grande période de 11 ans 1/2 qui amène la recrudescence des taches. Il est à peine besoin de dire que ces conclusions ne seraient pas établies par les meilleurs dessins avec un égal degré de certitude. On doit à M. Janssen d'avoir inauguré en France un autre mode d'observation du Soleil. La plaque sensible ne reçoit la lumière que par une fente étroite, qui passe devant elle avec une extrême rapidité. La pose est tellement réduite que les bords du Soleil ne font plus d'image et que seuls les rayons les plus actifs, voisins de la raie G du spectre, interviennent pour figurer les parties brillantes. On dirige le développement de manière à exagérer les contrastes. Les épreuves ainsi obtenues à Meudon ne se prêtent pas aux mesures de position des taches, mais elles rendent avec une admirable perfection le détail de la surface du Soleil. On y voit fourmiller des fragments allongés, comparés à des feuilles de saule ou à des grains de riz, mais qui paraissent constitués en dernière analyse par des éléments sphériques. Voici une reproduction agrandie d'une épreuve faite à l'observatoire de Meudon, et qui montre cette structure si particulière. Ces détails, tout à fait inaccessibles à l'observation oculaire, ont fourni à M. Janssen l'occasion d'exprimer des vues bien intéressantes sur la constitution physique du Soleil.

L'intervention de la Photographie est encore indiquée pendant les éclipses totales pour fixer l'image des phénomènes grandioses qui n'apparaissent aux yeux qu'à ce moment et que l'on n'aurait pas le temps de reproduire par le dessin. Il s'agit, comme vous le savez, de la couronne et des protubérances. La lumière émise par ces enveloppes atmosphériques du Soleil ne dépasse guère celle de la pleine Lune. Il n'y a

donc point lieu, pour en obtenir l'image, de recourir à des poses très courtes.

Voici une épreuve faite pendant l'éclipse totale du 29 août 1886 par MM. Schuster et Maunder; on y aperçoit très bien l'extension inégale de la couronne dans les diverses directions. Plus développée dans la zone des taches, elle se restreint dans les latitudes polaires et équatoriales. La structure rayonnée de la couronne est très remarquable. On établit la réalité de ces rayons par la comparaison des épreuves successives, et leur figure suggère des rapprochements intéressants avec les lignes de force des pôles magnétiques, les aigrettes électriques et les effluves cathodiques.

Cette autre épreuve a été prise par M. Crockes lors de l'éclipse du 21 janvier 1898. Elle donne, comme la précédente, à la couronne une largeur moyenne égale au rayon du Soleil. En abrégeant la pose on obtient, ainsi que vous le voyez sur un autre cliché pris à quelques secondes d'intervalle, une couronne bien moins étendue, mais on voit se détacher sur elle l'image assez nette des protubérances. On reconnaît sans peine que la perturbation produite par le développement d'une protubérance importante a sa répercussion bien loin au-dessus d'elle dans la couronne.

La Photographie est encore très précieuse, au moment des éclipses totales, pour enregistrer les spectres de l'atmosphère solaire, spectres très différents de celui de la surface. Ainsi la couronne a une radiation verte qui lui est propre. Les raies H et K du calcium, très brillantes dans les protubérances et dans la couche sous-jacente, appelée *chromosphère*, manquent dans la couronne ou n'y apparaissent que comme bandes d'absorption. Il en est de même des raies de l'hydrogène et de l'hélium.

Si l'on reçoit sur la fente d'un même spectroscope la lumière de deux régions diamétralement opposées de la couronne, on constate que les raies de même origine ne coïncident pas rigoureusement. Cet écart prouve que les diverses parties de la couronne sont animées de vitesses différentes dans le sens du rayon visuel. M. Deslandres, qui a fait cette observation pendant l'éclipse totale du 16 avril 1893, a démon-

tré ainsi que la couronne prenait part à la rotation du Soleil.

La même méthode, pour le dire en passant, avait déjà reçu de nombreuses applications sur les étoiles et sert à évaluer leurs vitesses ou plutôt les projections de ces vitesses sur le rayon visuel. La Photographie n'est pas indispensable pour faire ces mesures, mais elle les a rendues beaucoup plus sûres et plus rapides. On reçoit sur la fente du même spectroscope la lumière de l'étoile et celle d'une source terrestre, ordinairement une étincelle électrique jaillissant dans un tube plein d'hydrogène ou entre deux pointes de fer. On obtient ainsi, comme spectre de comparaison, les raies brillantes de l'hydrogène et du fer, qui apparaissent soit comme raies brillantes, soit comme raies d'absorption, dans tous les spectres d'étoiles.

Vous voyez ici, sur une épreuve faite par M. Deslandres à l'Observatoire de Paris, le résultat de l'expérience sur l'étoile Capella. Le spectre continu est celui de l'étoile, le spectre discontinu est celui de la source terrestre. La longue raie brillante est due à l'hydrogène, les raies qui suivent au fer, la large raie que vous voyez plus loin au calcium. L'écart est sensible et correspond à une vitesse de 19^{km} par seconde.

Une étoile voisine, β Cocher, donne un résultat plus curieux encore. Vous pouvez voir qu'aux deux raies fines de l'hydrogène aussi bien qu'à la large raie du calcium, correspondent dans le spectre de l'étoile deux raies sombres écartées de part et d'autre. On en conclut que l'étoile β Cocher est double et que ses deux composantes sont animées, par rapport à nous, de mouvements contraires. La mesure des clichés a donné pour ces vitesses respectivement 84^{km} et 97^{km}. Plusieurs autres constatations du même genre ont été faites.

Quelle confiance mérite ce procédé de mesure des vitesses? Il ne suffit pas, pour s'en rendre compte, de constater la concordance des déterminations sur une même étoile. Une erreur systématique commune pourrait les fausser. On rapprochera les spectres de deux objets lumineux pour lesquels la différence de vitesse soit connue d'une manière indépendante avec quelque précision. L'expérience a été faite avec succès par M. Thollon sur les deux bords du Soleil, par

M. Deslandres sur les deux bords de Jupiter. Vous pourrez vous en convaincre par les deux spectres photographiques juxtaposés que je mets sous vos yeux. L'écart est même double dans le cas de Jupiter de celui qui répond à la différence réelle des vitesses, car la lumière du Soleil tombant sur la planète en mouvement est modifiée avant même d'être renvoyée vers nous.

Revenons maintenant au Soleil. Nous avons dit que la lumière solaire prise dans son ensemble, les protubérances et la couronne n'ont pas les mêmes spectres. Ne serait-il pas possible de profiter de cette différence pour photographier, en dehors même des éclipses, les protubérances et la couronne? On y est arrivé partiellement en utilisant une méthode féconde indiquée il y a vingt ans par M. Janssen, mais qui a pris dans ces dernières années un développement inattendu entre les mains de MM. Hale et Deslandres.

Supposons la lumière du Soleil renvoyée par un héliostat dans une direction fixe. On la fait tomber sur une fente placée au foyer d'un collimateur, puis sur l'objectif d'une lunette. Elle passe ensuite par une série de prismes disposée pour donner un spectre. On reçoit ce spectre sur un écran percé d'une deuxième fente, que l'on fait coïncider avec une raie choisie à l'avance.

Faisons maintenant glisser la première fente de telle façon qu'elle parcoure la surface entière du Soleil. Nous pourrons, en imprimant un mouvement convenable à la deuxième fente, la faire coïncider toujours avec la même raie du spectre. Mais cette raie proviendra successivement de différents points du Soleil. Elle va donc varier d'intensité, manquer totalement dans certaines parties. Une plaque photographique placée derrière la seconde fente enregistrera une image monochromatique du Soleil. Si la radiation choisie prédomine suffisamment dans les protubérances, par exemple, elle se dégagera avec un éclat suffisant de la lumière étrangère, dont on ne peut empêcher totalement l'introduction.

Quelle radiation convient-il de choisir? Il y en a deux qui se prêtent bien à cette étude, ce sont les raies H et K, données par la vapeur du calcium. Elles se renversent dans certaines

parties du Soleil, c'est-à-dire deviennent sombres au lieu de brillantes. Ce fait indique une absorption par la couche supérieure des radiations émises par la couche inférieure plus chaude. Cette absorption, s'effectuant dans un milieu moins comprimé que la couche originaire, donne lieu à une bande sombre moins large que la raie brillante qu'elle doit remplacer. Celle-ci se trouve en conséquence dédoublée et prend un aspect tout à fait caractéristique, rencontré seulement au voisinage des taches et des facules et sur les protubérances du bord.

M. Tresca va projeter devant vous quelques épreuves obtenues par cette méthode et dues, comme les précédentes, à M. Deslandres :

Nous avons ici l'image du bord du Soleil le 31 mai 1894, à 2^h de l'après-midi. Vous y voyez jaillir une énorme protubérance dans le voisinage du pôle Sud. Plusieurs autres moins importantes apparaissent dans la région diamétralement opposée.

Deux heures et demie plus tard, nous retrouvons ces dernières protubérances à peu près telles quelles. Mais le jet de flamme du pôle Sud a pris en hauteur un développement extraordinaire. Il atteint certainement un dixième du diamètre du Soleil, soit $120\,000^{km}$ à $150\,000^{km}$.

L'épreuve suivante (11 avril 1894) nous montre des nuages détachés flottant à une hauteur égale à plusieurs fois le diamètre de la Terre; le plus considérable se trouve encore dans le voisinage du pôle Sud.

Que l'on promène maintenant la fente non plus sur les bords, mais sur toute la surface du disque, et l'on obtiendra son image par sections successives avec une recrudescence d'intensité sur les nuages de vapeur de calcium qui recouvrent l'emplacement des taches et débordent notablement au delà. Deux clichés, l'un du 10, l'autre du 11 avril 1894, vous montreront très bien la rotation et les changements de forme survenus d'un jour à l'autre. Deux nuages nouveaux ont apparu dans l'intervalle sur le bord oriental.

Vous voyez donc que la méthode de MM. Hale et Deslandres nous met à même de faire l'histoire de l'activité solaire à

un point de vue différent de celui que représente la statistique des taches, mais plus complet, puisqu'il comprend l'enregistrement continu des protubérances et des facules sur le disque entier.

Ce beau succès a naturellement fait naître l'espérance que l'on pourrait aussi photographier la couronne en dehors des éclipses. Jusqu'à présent on n'y a pas réussi. C'est en vain que, dans ce but, M. Riccò s'est transporté sur l'Etna, M. Newall à Darjeeling sur les pentes de l'Himalaya. La pureté de l'air dans les hautes régions montagneuses, pureté telle qu'en se cachant le Soleil avec un doigt on peut regarder sans fatigue la partie voisine du ciel, n'est pas encore suffisante pour permettre à la couronne de faire son image.

Qu'il s'agisse du Soleil ou des planètes, aucun instrument, pas même celui que l'on nous promet pour l'Exposition de 1900, ne montrera d'objets ayant moins de 100^{km} d'étendue. C'est dire combien il faut être réservé quand on veut interpréter les détails aperçus ou photographiés sur ces globes lointains. Notre position est tout autrement favorable vis-à-vis de la Lune. Elle n'est, au point de vue astronomique, qu'une dépendance, presque une annexe de la Terre. Les mêmes forces ont agi sur les deux globes, et toutes les notions générales acquises à la Géologie, à la Géographie physique, peuvent et doivent trouver leur application dans l'étude de notre satellite.

Devons-nous, pour accélérer ce mouvement, compter davantage sur la Photographie ou sur l'observation directe? Au fond, il n'existe entre les deux méthodes aucun antagonisme nécessaire. Elles sont bien plutôt appelées à s'éclairer l'une l'autre. Chaque astronome a le droit de choisir, suivant son aptitude ou sa préférence, la voie qui lui semble la plus fructueuse.

Il importe cependant de ne pas user ses forces dans un labeur prolongé, en vue d'un résultat qui pourrait être acquis à moins de frais. La première chose est de se faire une notion claire, je ne dis pas complète, du but à poursuivre. Un catalogue d'objets et de faits matériels n'est pas, à proprement parler, une œuvre scientifique. Les êtres, pris en eux-mêmes,

nous intéressent moins que les rapports qui les unissent, leur état présent moins que les liens qui les rattachent au passé. Nous pouvons donc sans regret concéder à l'astronome-dessinateur la faculté d'enregistrer dans un fragment donné de la surface lunaire, plus de taches, de fissures, de saillies et de trous que les clichés n'en révèlent. La véritable question n'est pas là. Le géologue qui fait l'histoire stratigraphique d'une région ne se préoccupe pas d'en compter les cailloux. Il s'agit bien plutôt de savoir quelle est la méthode qui, pour une somme donnée de travail, nous conduit à la vue la plus juste des ensembles, laquelle suggère plus de rapprochements avec nos expériences terrestres, laquelle expose le moins au danger des interprétations inexactes.

Réduite à ces termes, la question sera facilement tranchée en faveur de la Photographie. Je pourrais, si ce n'était abuser de votre patience, donner beaucoup de motifs à l'appui de cette conclusion. Citons seulement deux faits qu'il sera, je crois, difficile de contester.

Le premier est d'ordre en quelque sorte personnel. Depuis qu'ont paru les images lunaires fournies par les grandes lunettes du Mont-Hamilton et de Paris, nous voyons les astronomes-dessinateurs passer les uns après les autres dans le camp des photographes. Les plus sages, et non les moins habiles, limitent maintenant leur tâche à l'amplification, à la retouche, à la discussion des épreuves.

Le second consiste dans une expérience que chacun peut répéter. Prenez une même région de la Lune dessinée sous des éclairements différents. Vous éprouverez la plus grande peine à identifier de part et d'autre même des détails importants, et vous serez souvent amenés à douter si vous avez le même objet sous les yeux. Examinez maintenant deux photographies. L'identification se fera sans la moindre difficulté jusqu'à une certaine limite de grandeur, au-dessous de laquelle elle cesse évidemment d'être possible. A partir de là, vous n'avez plus affaire qu'aux irrégularités de structure de la plaque et du papier. Mais au moins vous avez le sentiment que le terrain acquis l'est d'une façon définitive et sans doute possible.

Voici l'un des meilleurs spécimens des paysages lunaires obtenus par les anciennes méthodes. C'est une photographie d'un moulage en plâtre exécuté par Nasmyth et Carpenter. On ne supposait pas à cette époque qu'il fût possible d'obtenir une image de quelque valeur par une exposition directe sur la Lune. Vous serez à même, tout à l'heure, de juger par comparaison je ne dis pas la fidélité, puisqu'il s'agit d'une vue théorique, mais la vraisemblance du modelé.

Nous lui ferons succéder une épreuve de la Lune entière obtenue au grand équatorial de l'observatoire Lick. Cette épreuve montre bien la forme circulaire des mers, la luminosité du bord et des pôles, les rayonnements émanés des cirques Tycho et Copernic. C'est M. Holden, directeur de l'observatoire Lick, qui a montré le premier, par un exemple concluant, la valeur des instruments à long foyer pour la photographie de la Lune.

Les épreuves qui suivent sont des fragments de clichés directs, sans agrandissement, obtenus au foyer du grand équatorial coudé de l'Observatoire de Paris, sous la direction de M. Lœwy. J'ai eu l'honneur d'être appelé à prendre part à ce travail dès son début, à la fin de 1893. Il se poursuit encore à l'heure actuelle. Nous terminerons cette série par deux épreuves agrandies cinq fois environ, représentant les Apennins et les Alpes.

Cette revue rapide vous aura certainement laissé l'impression que les grands traits de la physionomie lunaire, tout aussi bien que les principaux linéaments du dessin géographique, ont une histoire, et que cette histoire seule rend pleinement intelligible leur état actuel. Ce n'est donc point déprécier le mérite des constructeurs de Catalogues et de Cartes que de considérer leur travail comme appartenant à une phase préliminaire, dont nous devons aspirer à sortir. La Photographie nous permet de marcher d'un pas assuré dans cette voie, considérée naguère comme pleine de périls. Nous le ferons avec d'autant moins de scrupule que la publication de nos épreuves place le lecteur instruit dans une position peu différente de la nôtre vis-à-vis des objets célestes, et le met à même de contrôler nos assertions et nos théories.

On sait que les mesures des astronomes avaient déjà fait connaître l'altitude des plus hautes montagnes lunaires, à une époque où l'on était dans une ignorance complète au sujet de la position et de l'importance des traits les plus saillants du relief terrestre. De même, les notions récemment acquises à la Géographie physique n'ont devancé que de bien peu le moment où elles se seraient imposées avec une évidence presque irrésistible par l'inspection des photographies lunaires. On serait tenté d'en conclure avec Descartes que faire marcher de front les sciences les plus diverses est plus court et plus sûr que de se les assimiler séparément. Citons à l'appui quelques exemples :

Il n'y a pas un quart de siècle que les géologues se sont mis d'accord pour abandonner l'ancienne théorie des soulèvements, pour voir dans les bassins occupés par les mers des portions entraînées par la contraction du noyau intérieur, dans les massifs saillants les points demeurés en retard sur l'affaissement de l'ensemble. Nous reconnaissons les limites des affaissements sur nos épreuves avec une clarté plus grande que sur la Terre, parce que l'érosion en a mieux respecté les vestiges. Nous pouvons même y surprendre le phénomène à tous les degrés d'avancement.

La disposition des fosses sous-marines sur notre globe, leur tendance à se rejeter loin du centre des bassins océaniques le long du rivage des continents, n'ont été mises en lumière que par les sondages récents. On peut s'en rendre compte sur les photographies lunaires à la seule inspection des teintes, et en conclure, comme sur la Terre, l'instabilité relative des sols montagneux.

Le phénomène de la dispersion à grande distance des éléments minéraux sous forme de poussière volcanique s'est produit à diverses reprises dans les temps historiques. Mais les traces en ont rapidement disparu, effacées par mille influences antagonistes. Sur la Lune, les clichés nous en révèlent les vestiges évidents, permanents, universels. Nous y voyons l'indice de l'existence passée autour de notre satellite d'une atmosphère importante, aujourd'hui dissipée dans l'espace ou rentrée dans des combinaisons solides.

La forte intensité lumineuse des bords de la Lune, particularité inverse de celle qui nous est offerte par Jupiter et le Soleil, ne peut s'expliquer que par une constitution spéciale du sol dans les régions polaires et marginales. Les photographies l'accusent bien plus distinctement que la vue directe. Nous prenons ici sur le fait l'action des marées d'origine terrestre, autrefois très puissantes, aujourd'hui éteintes par suite de l'égalité qui s'est établie entre les durées de rotation et de révolution de la Lune.

Voici longtemps, en vérité, que j'abuse de votre bienveillance, et je ne vous ai rien dit encore des comètes, des étoiles filantes et des planètes. Elles me fourniraient cependant bien des exemples de nature à fortifier la conviction que je me proposais d'imprimer en vous. Comment, toutefois, ne pas mentionner ce résultat que le nombre des petites planètes connues a passé en peu d'années, par l'intervention de la Photographie, de 322 à 470? Devant l'éloquence de ces chiffres, vous me dispenserez de prendre le rôle facile de prophète et de tracer un tableau, nécessairement hypothétique, des services que la Photographie pourra rendre à l'Astronomie dans l'avenir. La dette déjà contractée est assez grande pour qu'il suffise de la proclamer.

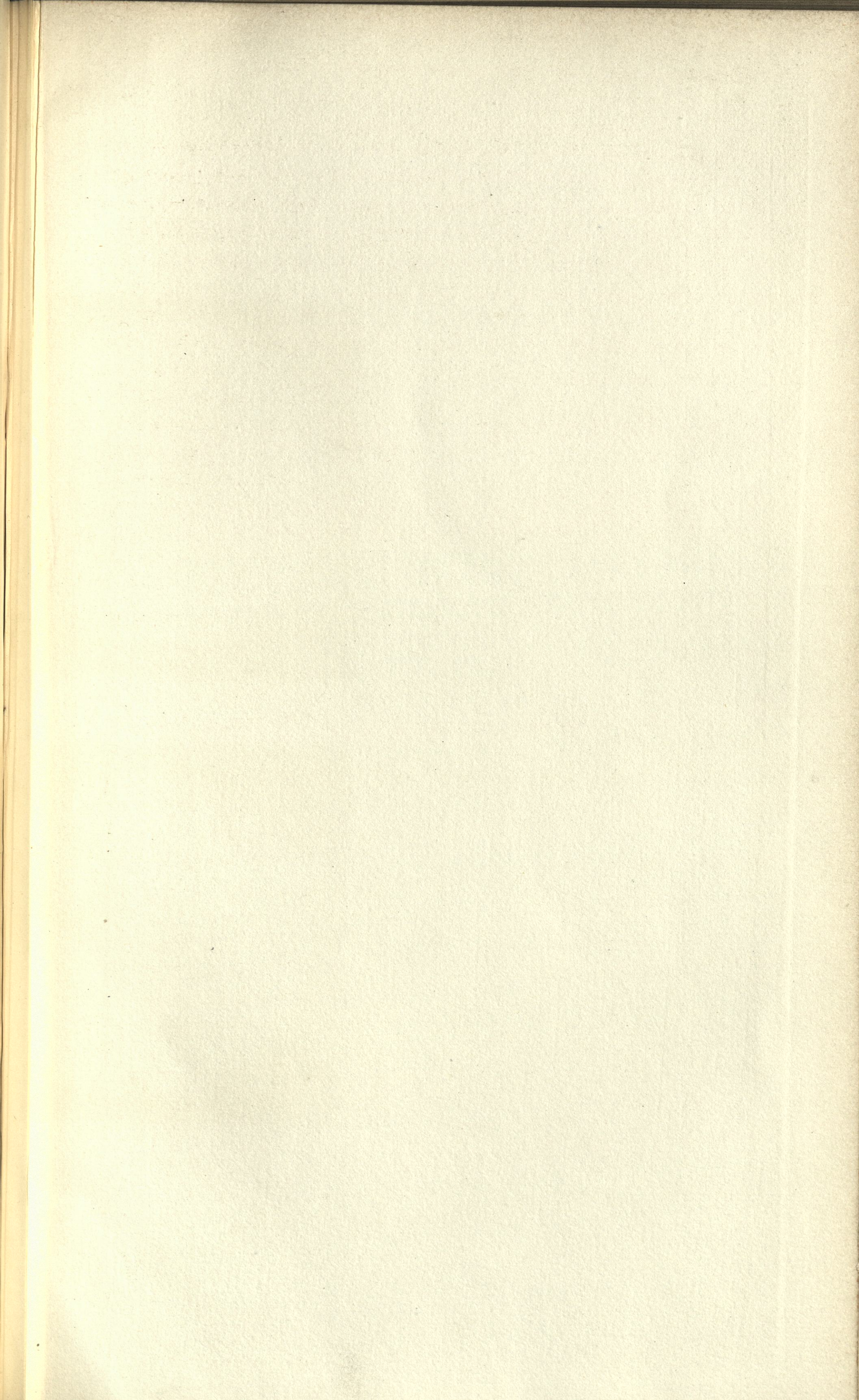
Les plaques sensibles ne nous ont pas seulement révélé un grand nombre d'astres nouveaux. Elles nous ont montré sous un autre jour ceux que nous pensions déjà connaître : elles font apparaître entre des objets célestes, en apparence très différents, des liens qui n'étaient pas soupçonnés. Par elles nous sommes tenus au courant de la vie de ce foyer ardent auquel notre existence est liée, et ses pulsations, en tant qu'elles peuvent réellement nous intéresser, nous sont transmises plus fidèlement que celles du globe qui nous porte. En même temps que l'écorce terrestre, et d'une manière presque aussi sûre, la Lune nous livre le secret de son histoire. Et cet agrandissement de nos connaissances n'est plus une manne distribuée aux esprits curieux par quelques professionnels. Nos clichés sont d'un accès facile pour tous ceux qui ont le loisir de les étudier. Chacun peut en extraire les parcelles de vérité qui nous auraient échappé, rectifier nos

erreurs, nous ramener, si cela devenait nécessaire, dans le chemin de la saine critique et de la probité intellectuelle rigoureuse. La Science qui a tant gagné, il y a trois siècles, à délaisser les voies d'une métaphysique sans issue, ne peut que se féliciter de se voir ainsi maintenue en contact plus journalier et plus intime avec les faits.

Il ne me reste, Mesdames et Messieurs, qu'à vous remercier de l'extrême bienveillance avec laquelle vous m'avez écouté. Vous me permettrez de vous associer dans l'expression de ma gratitude MM. Lœwy, Wolf, Henry, Deslandres, Rabourdin, Quénisset, qui ont bien voulu me communiquer leurs clichés ou me faire profiter de leur expérience.

(Extrait des *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers*, 3e Sie, t. I).

27642. — Paris, Imprimerie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins.



Partie basse de l'Atmosphère solaire

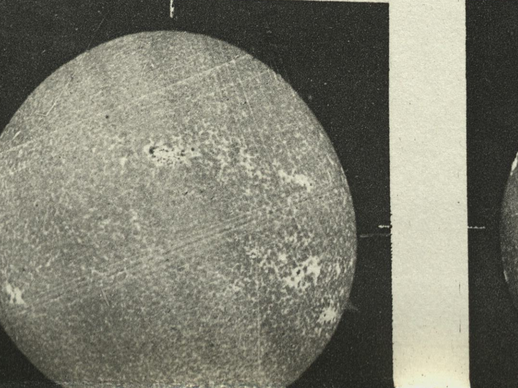
Photographies nouvelles

PAR M. H. DESLANDRES

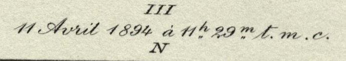
Décelant nonseulement la chromosphère au bord et les protubérances, mais la chromosphère projetée sur le disque; Obtenues avec le sidérostat de Foucault, un objectif de 0m 12 et un spectrographe enregistreur de faible dispersion à deux fentes et à mouvements automatiques, qui isole dans le spectre la raie brillante K attribuée au calcium.

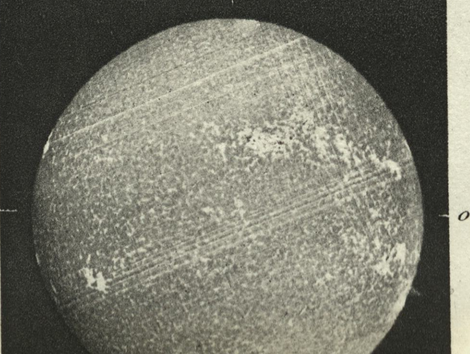
I

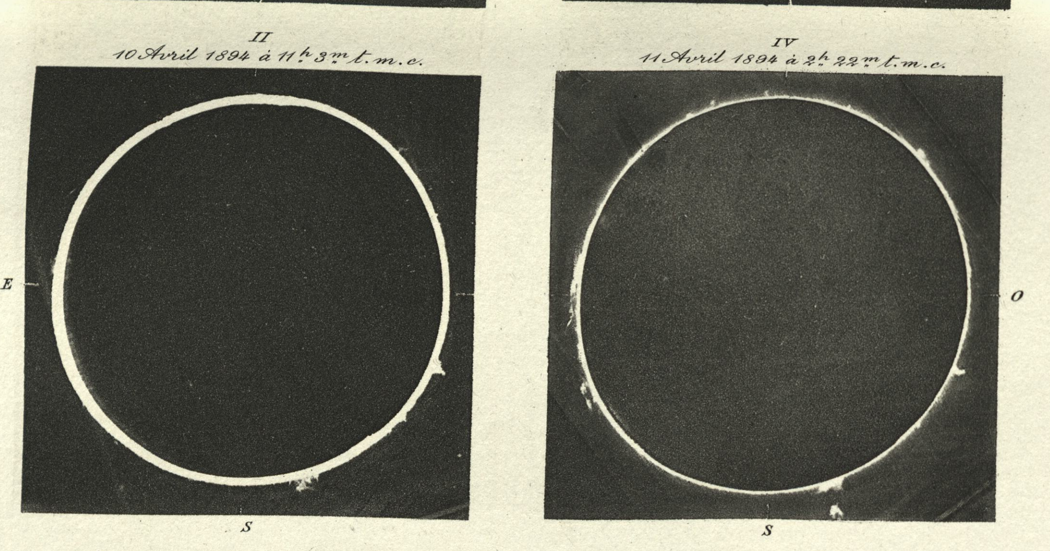
10 Avril 1894 à 11h. 30m. t. m. c.



III

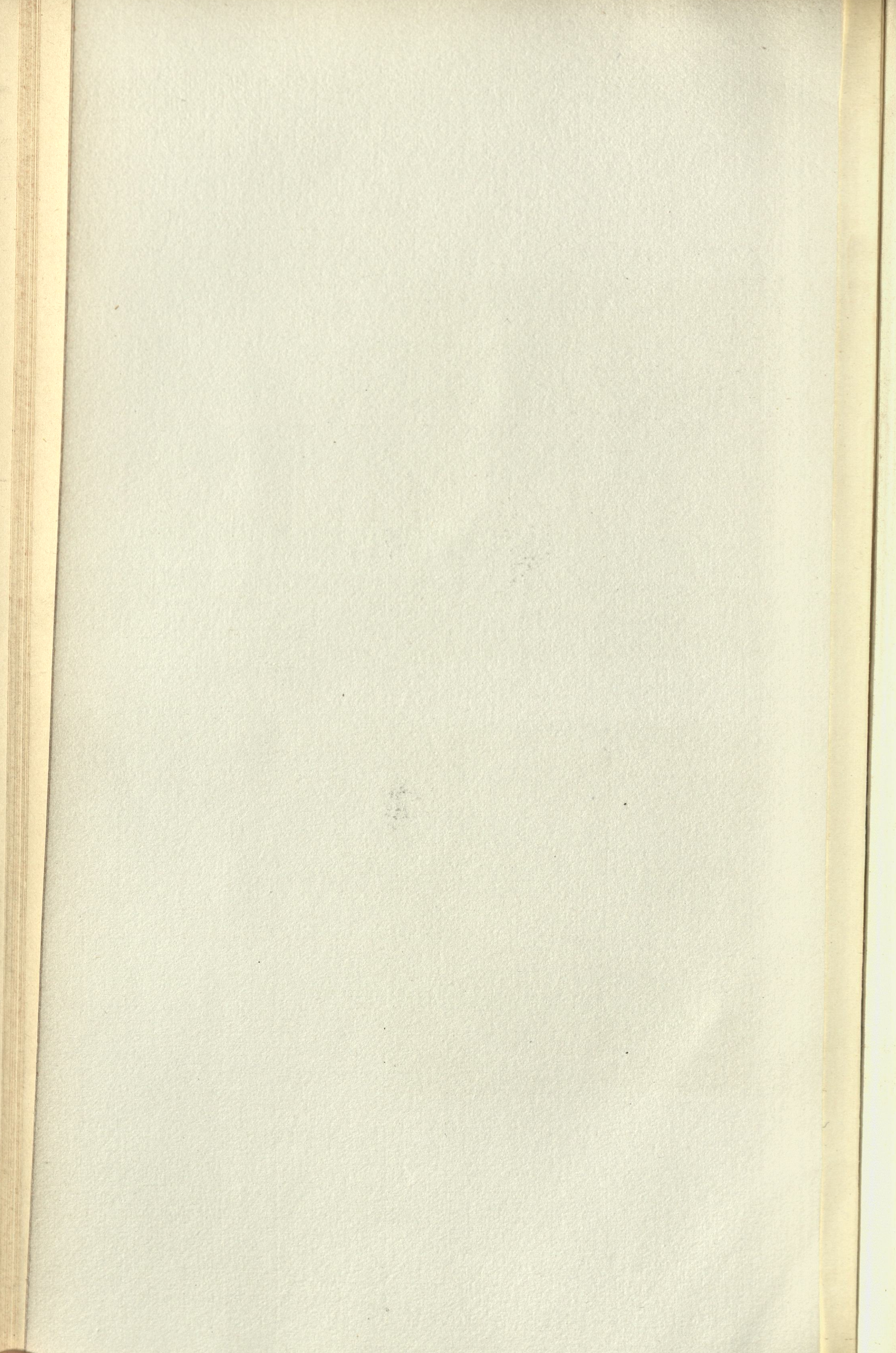

11 Avril 1894 à 11h. 29m. t. m. c.

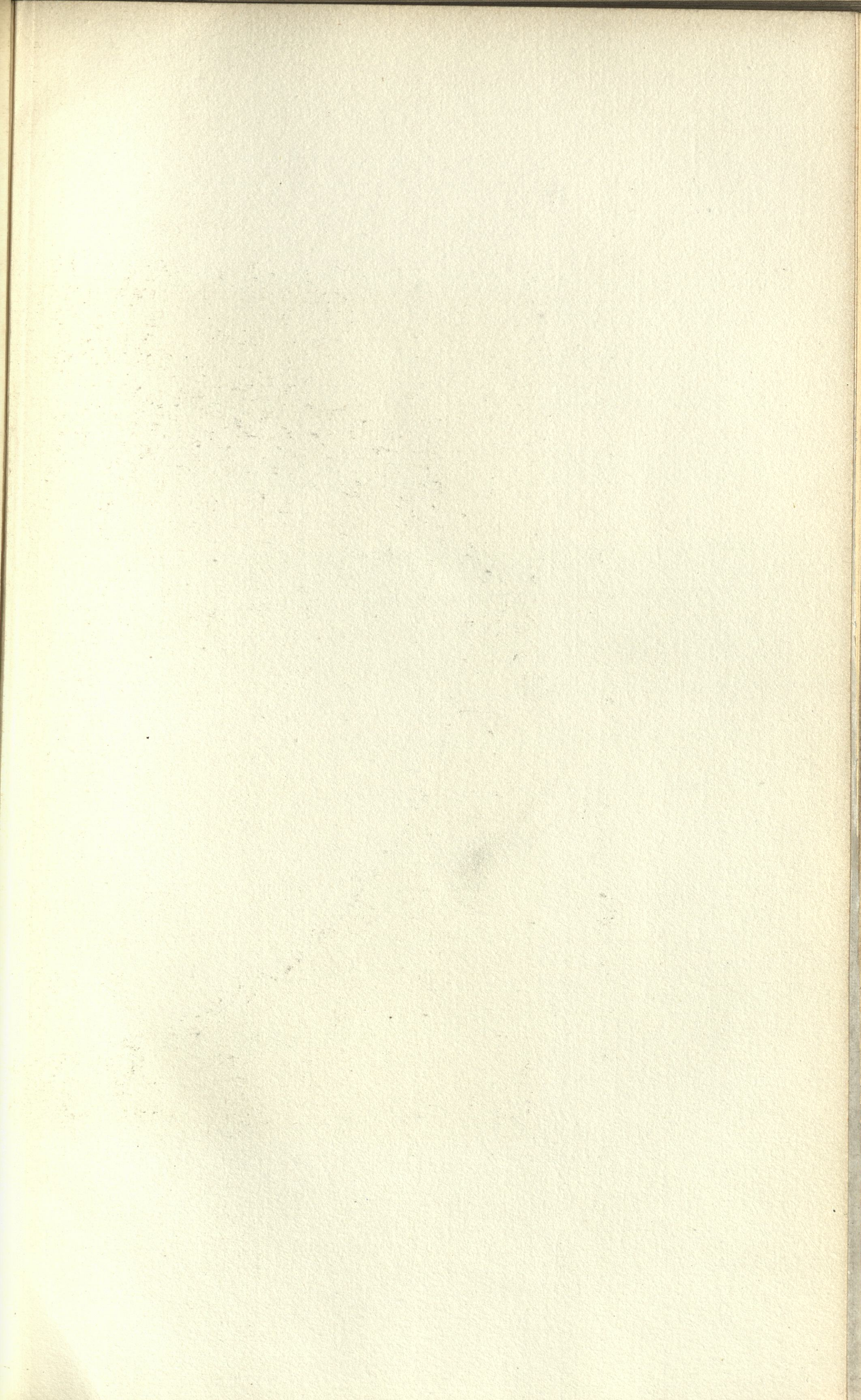




Images I et III — Chromosphères projetées sur le disque
Images II et IV — Chromosphères du bord et protubérances

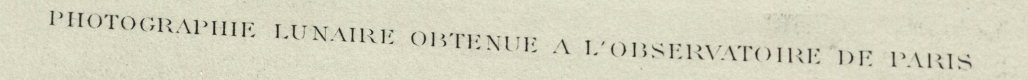
Héliog. & Imp. J. Heuse





Pl. II

PHOTOGRAPHIE LUNAIRE OBTENUE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS



9

8

7

6

Phototype Lœwy et Puiseux

Héliog. et Imp. J. Heuse

1896 FÉVRIER 23. – 6 H. 5. TEMPS MOYEN DE PARIS

